

SILNE I SŁABE SOCZEWKOWANIE GRAWITACYJNE W ZASTOSOWANIACH ASTROFIZYCZNYCH I KOSMOLOGICZNYCH

Zuzanna Kostrzewa-Rutkowska

Soczewkowanie grawitacyjne jest doskonałym narzędziem do przeprowadzania badań w astrofizyce i kosmologii. Obecnie liczne obserwacje tego zjawiska umożliwiają między innymi pomiar masy oraz rozkładu we Wszechświecie materii ciemnej i świecącej, oszacowania koncentracji masywnych obiektów w ciemnym halo naszej Galaktyki. Wykorzystywane są także do wyznaczania parametrów kosmologicznych takich jak stała Hubble'a. Wielokrotnie wykorzystywaną własnością soczewkowania grawitacyjnego jest wzmocnienie obrazów soczewkowanych źródeł. Obserwowane w ten sposób obiekty zwykle znajdują się poza progiem detekcji i dzięki temu zjawisku mogą zostać odkryte oraz zbadane. Soczewkowanie grawitacyjne jest bardzo szeroką dziedziną, z tego powodu w rozprawie tej zostanie poruszonych jedynie kilka wybranych aspektów.

Wpierw zastosowano kosmologiczną symulację *Millennium* w badaniu słabego soczewkowania grawitacyjnego, w tym wyznaczania głównie składowej stycznej ścinania. Prezentowane przybliżenie Borna okazało się tylko częściowo słuszne z powodu narzuconej przez autorów symulacji *Millennium* dostępnej niskiej rozdzielczości danych. Niemniej mimo istnienia pewnych problemów udało się przedstawić różne zależności pomiędzy wartością ścinania a przesunięciami ku czerwieni źródeł i soczewek, czy też masami soczewkujących halo ciemnej materii. Wyniki przeprowadzonych symulacji zostały umieszczone w kontekście prac innych autorów i wyników przeglądów nieba badających słabe soczewkowanie.

W kolejnym rozdziale skupiono się na prezentacji wyników symulacji silnie soczewkowanych supernowych różnych typów we Wszechświecie, a także możliwości ich obserwacji. Do symulacji użyto ponownie wyników pochodzących z *Millennium*, wyznaczając przy ich użyciu prawdopodobieństwo silnego soczewkowania. Zwiralizowane halo ciemnej materii zostały opisane jako soczewki w modelu izotermicznej elipsoidy z zewnętrznym ścinaniem. Sprawdzone zostały możliwości obserwacji soczewkowanych supernowych w przeglądach nieba takich jak Stripe 82, Gaia, LSST. Obecnie nie należy spodziewać się dużej liczby odkrywanych zjawisk tego typu (dla projektu Gaia jest to nie więcej niż 2 obiekty w ciągu jego 5-letniego trwania), niemniej budowa takich instrumentów jak LSST daje nadzieje na znaczne zwiększenie obserwowanej próbki, nawet do kilkuset zjawisk. Wykazano, że wzmocnione obrazy supernowych typu Ia mogą mieć znaczący wpływ na diagram Hubble'a, ale jednocześnie nie ma możliwości zastosowania ich do badania funkcji historii formowania się gwiazd.

W ostatnim z głównych rozdziałów rozprawy zawarto wyniki modelowania układów silnego soczewkowania grawitacyjnego. Korzystając z bazy danych SDSS i katalogu CASSOWARY, wybrano 18 układów do analizy, w tym kilka wcześniej prezentowanych w literaturze. Do opisu masy soczewkującej posłużono się modelem izotermicznej elipsoidy z zewnętrznym ścinaniem, profile jasności powierzchniowej soczewki i źródła opisano profilem Sérsica. W ramach wyników przedstawiono dokładne informacje dotyczące poszczególnych parametrów każdego z modeli wraz z niepewnościami. Na podstawie tych parametrów wyznaczono jasność obserwowaną soczewek i źródeł oraz całkowite wzmocnienie w układzie. Na koniec zbadano kilka własności wymodelowanych układów, takich jak eliptyczność soczewki czy indeks Sérsica źródła. Zaskakujący i trudny do wyjaśnienia okazał się brak wprost proporcjonalnej zależności pomiędzy eliptycznością profilu masy a eliptycznością profilu jasności powierzchniowej soczewki, prawdopodobnie spowodowany przez substruktury. Dla kolejnych układów zbadane zostały korelacje pomiędzy poszczególnymi parametrami. Wyniki te zachęcają jednak do analizy większej liczby takich układów, a także zastosowanie ich do innych badań.